



Filière
BANANE





> Système de culture bananier

Un référentiel sol-plante pour piloter la fertilisation minérale

Le Cirad a mis au point, à la fin des années 80, un référentiel sol-plante qui permet au planteur d'optimiser la fertilisation du bananier.

Pour fertiliser le bananier de manière optimale, il faut connaître les relations entre les teneurs en nutriments nutritifs du sol et de la plante, et la productivité du bananier. La réalisation d'enquêtes-diagnostic en Guadeloupe et en Martinique, à la fin des années 80, a permis d'établir ces relations et de déterminer des valeurs optimales à atteindre dans le sol et la plante. Ces travaux ont été complétés par des

études du comportement d'échange dans le sol des principaux éléments nécessaires à la croissance du bananier, tels que le potassium. L'ensemble de ces connaissances a permis de déterminer des formules d'engrais adaptées au sol des bananeraies antillaises et de fournir un référentiel technique pour le pilotage de la fertilisation à partir d'analyses du sol et de la plante. ■

Prélèvement d'échantillon de feuilles pour le diagnostic de la nutrition du bananier.



<http://antilles-guyane.cirad.fr>
dir-reg.antilles-guyane@cirad.fr

> STADE DE TRANSFERT ET NIVEAU DE DIFFUSION

- Ce référentiel sol-plante est utilisé depuis de nombreuses années pour piloter la fertilisation et définir les formules d'engrais adaptées aux différents types de sol, ce qui explique le bon état nutritionnel actuel de la bananeraie antillaise.
- Ces formules sont diffusées dans le « Manuel du planteur » des groupements de producteurs et l'ensemble des producteurs antillais en bénéficient.

> BAILLEURS ET PROJETS CONTRIBUTEURS

- Producteurs
- Programme Opérationnel

> CONTACT

marc.dorel@cirad.fr

> EN SAVOIR PLUS

Godefroy J., Dormoy M., 1989. Dynamique des éléments minéraux fertilisants dans le complexe « sol-bananaire-climat ». *Fruits*, 44 (1) : 3-12.

Delvaux B., Vielvoye L., Dorel M., 1991. Comportement d'échange du potassium dans les sols de la bananeraie guadeloupéenne. Application à la programmation de la fumure potassique. *Fruits*, 46, 1, 3-11.

<http://www.it2.fr/documentation/manuel-du-planteur-fr>

<https://drive.google.com/file/d/0BxlDA5mXa72aUIZnZFBZIRZems/view>



> Plantation

Des vitroplants sur un sol assaini pour maîtriser les bioagresseurs d'origine tellurique

La définition et l'application du principe « plantation de matériel sain sur un sol assaini » par le Cirad et l'IRD constituent le socle fondateur d'itinéraires techniques innovants de protection intégrée contre les bioagresseurs d'origine tellurique (présents dans le sol). Ceux-ci ont permis de réduire de plus de 65 % entre 1996 et 2011 l'utilisation des pesticides chimiques (principalement nématicides et insecticides) utilisés contre ces parasites.

L'utilisation de matériel végétal traditionnel de plantation (souches à rejet attendant, « baïonnettes »,...) a longtemps constitué une source de dissémination non intentionnelle des bioagresseurs du sol dans les systèmes de culture bananiers. En Martinique et en Guadeloupe, ils sont surtout représentés par les nématodes phytoparasites (complexe d'espèces de

vers ronds microscopiques parasitant le système racinaire et les tissus du rhizome des bananiers) et par le charançon *Cosmopolites sordidus*, un insecte foreur dont les larves creusent des galeries dans le rhizome. La plupart de ces parasites affaiblissent la plante et en altèrent l'ancrage dans le sol, ce qui provoque des cycles de culture plus longs et d'importantes pertes de rendement pour les producteurs.



Vitroplants de bananier en pépinière de sevrage.

Les travaux du Cirad et de l'IRD pour enrayer le développement de ces bioagresseurs ont permis de poser un principe de base de la prophylaxie sanitaire des systèmes de culture bananiers : associer l'assainissement des sols vis-à-vis des parasites d'origine tellurique à l'utilisation de matériel végétal issu de vitroculture. Les techniques de production et de sevrage de vitroplants de bananiers ont progressivement été affinées en lien avec les producteurs et les pépiniéristes. Les vitroplants constituent aujourd'hui un matériel homogène, de qualité, et strictement indemne de nématodes et de charançons. Ceux produits par Vitropic, filiale du Cirad, sont de plus indexés vis-à-vis de plusieurs virus et bactéries pathogènes du bananier.

> STADE DE TRANSFERT ET NIVEAU DE DIFFUSION

- La majorité des producteurs de la filière banane des Antilles (plus de 60 %) s'est appropriée ces résultats et les met en œuvre dans les exploitations.

> BAILLEURS ET PROJETS CONTRIBUTEURS

- Projets CPER
- DOCUP
- Plan Banane Durable (2007-2015)

> CONTACTS

- christian.chabrier@cirad.fr
- patrick.queneherve@ird.fr
- marc.dorel@cirad.fr
- jean-michel.risede@cirad.fr



> **Plantation**

**Des vitroplants
sur un sol assaini
pour maîtriser
les bioagresseurs
d'origine tellurique**

L'assainissement des sols vis-à-vis des nématodes phytoparasites des bananiers repose sur la mise en œuvre de jachères ou de rotations culturales ne comportant ni repousses de bananiers (car contaminantes) ni de plantes hôtes (par exemple autres cultures, mauvaises herbes ou

plantes de services sensibles à ces nématodes). Dans le cas du charançon, cet assainissement est favorisé par une destruction mécanique des résidus de l'ancienne culture de bananiers, de manière à accélérer la disparition des ressources et de l'habitat que constituent ces résidus. ■



Vitroplants de bananier au champ et rotations culturales à base de légumineuses ou graminées.

> **EN SAVOIR PLUS**

Chabrier C., Quénéhervé P. 2008. Preventing nematodes from spreading: A case study with *Radopholus similis* (Cobb) Thorne in a banana field. *Crop Protection*, 27 [9] : 1237-1243.

Quénéhervé P., Chabrier C., Auwerkerken A., Topart P., Martiny B., Marie-Luce S. 2006. Status of weeds as reservoirs of plant parasitic nematodes in banana fields in Martinique. *Crop Protection*, 25 [8] : 860-867.

Risède J.-M., Chabrier C., Dorel M., Dambas T., Achard R., Quénéhervé P., 2010. Integrated management of banana nematodes: Lessons from a case study in the French West Indies : ENDURE, 4 p., (Étude de cas sur la banane - Guide : De la théorie à la pratique, n. 4).

Banana case study Guide number 3 & 4
http://www.endure-network.eu/about_endure/all_the_news/new_guides_for_better_banana_production

Tixier P., Vinatier F., Cabrera Cabrera J., Padilla Cubas A., Okolle J., Chabrier C., Guillon M., 2010. Integrated pest management of black weevil in banana cropping systems : ENDURE, [4] p., (Étude de cas sur la banane - Guide : De la théorie à la pratique, n. 3).



> Contre le charançon du bananier

Un contrôle biologique par piégeage



Cosmopolites sordidus,
le charançon du bananier.

Principal ravageur des bananiers, le charançon a longtemps était contrôlé par voie chimique (chlordécone) jusqu'à ce que des solutions biologiques soient mises en place grâce à l'avancée des connaissances sur la biologie de l'insecte, sur ses déplacements dans la bananeraie et ses prédateurs naturels.,

Le charançon du bananier *Cosmopolites sordidus* est le principal insecte ravageur des bananiers. Ses larves forent des galeries dans le bulbe des bananiers pouvant provoquer la chute des bananiers et altérer leurs capacités de prélèvement d'eau et d'éléments minéraux dans le sol. Par ses déplacements à terre, en marchant, l'adulte colonise progressivement les parcelles qui lui sont proches. Un partenariat avec l'Inra et des partenaires privés a permis de développer des moyens de piégeage des adultes, couplant un attractif spécifique (la sordidine, une phéromone d'agrégation) avec un piège à fosse. Ces pièges sont utilisés pour suivre l'évolution des populations, capturer en masse les charançons des parcelles cultivées afin d'éviter la colonisation des parcelles saines.

L'optimisation de ce piégeage dans les parcelles cultivées ou en jachères a nécessité de comprendre les facteurs influençant le déplacement des adultes. Pour cela, le Cirad a étudié par radio-télémétrie le déplacement du charançon dans des parcelles avec différents dispositifs de plantation de bananiers. Puis, il a développé des modèles de simulation qui permettent de tester virtuellement des stratégies innovantes d'organisation des cultures, des jachères et du piégeage. Ces nouvelles connaissances permettent d'optimiser le déploiement des pièges dans l'espace et dans le temps (pié-

geage dans les jachères, en ceinture des parcelles saines, ...).

Le piégeage vient alors compléter les mesures de prophylaxie basées sur l'utilisation de matériel de plantation sain, les vitroplants (plants de bananiers issus de vitroculture).

Par ailleurs, afin de multiplier les leviers de lutte, le Cirad a aussi étudié comment favoriser le contrôle du charançon par ses prédateurs naturels (autres arthropodes). Ce mode de gestion se base sur la modification de la flore des parcelles, par l'insertion de plantes de services qui favorisent les prédateurs généralistes du charançon. ■



Piège à phéromone (en haut) ; larves et dégâts de charançons dans le bulbe d'un bananier (en bas).

> STADE DE TRANSFERT ET NIVEAU DE DIFFUSION

- Le piégeage est adopté par 80 % des producteurs de bananes.
- La prophylaxie primaire basée sur l'utilisation de vitroplants est largement utilisée dans les plantations de bananiers desserts.
- En Martinique, des sociétés privées se sont développées en proposant des prestations de piégeage du charançon pour les agriculteurs.

> BAILLEURS ET PROJETS CONTRIBUTEURS

- FEOGA Martinique 2000-2003 « Promouvoir le développement de systèmes de cultures durables »
- FEDER Diren 2003-2006 « Réduire les impacts environnementaux des cultures, volet 1 : Lutte intégrée et alternative »
- FEDER 2007-2013 « Conception de systèmes de cultures Innovants »

> CONTACT

philippe.tixier@cirad.fr

> EN SAVOIR PLUS

<http://www.cirad.fr/actualites/toutes-les-actualites/articles/2011/science/suivi-des-deplacements-du-charancon-du-bananier>

<http://www.it2.fr/documentation/manuel-du-planteur-fr>

<https://drive.google.com/file/d/0BxIDA5mXa72aY0NNYVdzbjdXejQ/view>

Mollot, G., P. Tixier, F. Lescourret, S. Quilici, and P. F. Duyck. 2012. New primary resource increases predation on a pest in a banana agroecosystem. *Agricultural and Forest Entomology* 14:317-323.

Rhino, B., Dorel, M., Tixier, P., and Risède, JM. 2010. Effect of fallows on population dynamics of *Cosmopolites sordidus*: Toward integrated management of banana fields with pheromone mass trapping. *Agricultural and Forest Entomology* 12:195-202.

Vinatier, F., A. Chailleux, P. F. Duyck, F. Salmon, F. Lescourret, and P. Tixier. 2010. Radiotelemetry unravels movements of a walking insect species in heterogeneous environments. *Animal Behaviour* 80:221-229.

Vinatier, F., P. Tixier, C. Le Page, P. F. Duyck, and F. Lescourret. 2009. COSMOS, a spatially explicit model to simulate the epidemiology of *Cosmopolites sordidus* in banana fields. *Ecological Modelling* 220:2244-2254.



> Cercosporioses des bananiers

Un système d'avertissement biologique coordonné pour une lutte raisonnée qui limite les traitements fongicides

Le Cirad a mis au point et développé aux Antilles françaises un système d'avertissement biologique qui permet de limiter fortement le nombre et l'impact des traitements fongicides contre les cercosporioses (6 à 8 traitements par an contre 40 à 70 dans les pays n'utilisant pas ce système).

Les cercosporioses des bananiers sont des maladies fongiques qui provoquent d'importantes nécroses foliaires. Elles engendrent des pertes de rendement et réduisent le potentiel d'exportation en provoquant la maturation précoce des fruits. Il existe deux types de cercosporioses : la cercosporiose jaune

[*Mycosphaerella musicola*], présente aux Antilles depuis le début de la culture du bananier ; la cercosporiose noire ou MRN [*Mycosphaerella fijiensis*], plus dévastatrice, a gagné la Martinique en 2010 et la Guadeloupe en 2012. La culture du bananier pour l'exportation nécessite le recours à des traitements fongicides dans

la majeure partie des zones de production de banane. Pour limiter les risques de mûrissage précoce, les traitements sont réalisés systématiquement chaque semaine afin de protéger les nouvelles feuilles émises par les bananiers. Ainsi 40 à 80 traitements sont effectués chaque année pour lutter contre ces maladies en Amérique latine et dans les pays africains.

Le Cirad a mis au point et développé en Martinique et en Guadeloupe un système



Observateur au travail pour repérer les premiers stades de la cercosporiose noire.



Jeunes stades de la maladie.

> STADE DE TRANSFERT ET NIVEAU DE DIFFUSION

Ce système a été mis en place contre la cercosporiose jaune en Guadeloupe depuis le début des années 70 et a permis des réductions importantes du nombre de traitements. Depuis cette période, il a été étendu à l'intégralité des producteurs de banane de la Guadeloupe et de la Martinique. Le Cirad a conçu et administré le système, puis l'a transféré aux groupes de producteurs qui en sont devenus rapidement dépositaires au travers de cellules techniques (Sica-TG en Martinique et Serviproban en Guadeloupe). Ces deux îles sont devenues des références mondiales de lutte raisonnée contre cette maladie.

> BAILLEURS ET PROJETS CONTRIBUTEURS

- Producteurs
- Projet Interreg Banane durable Caraïbe
- Plan Banane Durable, FEADER, 2007-2015

> CONTACTS

luc.de_lapeyre@cirad.fr
claire.guillermet@cirad.fr

> EN SAVOIR PLUS

- Fouré E, Ganry J, 2008. A biological forecasting system to control Black Leaf Streak disease of bananas and plantains. *Fruits* 63, 311-7.
- Ganry J, De Lapeyre De Bellaire L, Mourichon X, 2008. A biological forecasting system to control Sigatoka disease of bananas and plantains. *Fruits* 63, 381-7.
- de Lapeyre De Bellaire L, Fouré E, Abadie C, Carlier J, 2010. Black Leaf Streak Disease is challenging the banana industry. *Fruits* 65, 327-42.



> **Cercosporioses
des bananiers**

**Un système
d'avertissement
biologique
coordonné pour
une lutte raisonnée
qui limite
les traitements
fongicides**

d'avertissement biologique qui permet de limiter fortement le nombre et l'impact des traitements fongicides (1 kg/hectare/an au lieu de 30 à 60 kg/hectare/an). Ce système permet également d'adapter le nombre de traitements en fonction du climat des différentes zones (1 à 12 traitements annuels). Il comprend des aspects techniques et organisationnels.

LES ASPECTS TECHNIQUES

> La détection précoce de nouvelles infestations devient la base de déclenchement des traitements. Un indicateur biologique (Etat d'évolution ou EE) est calculé sur la base d'observations réalisées chaque semaine sur une placette de 10 bananiers suivis régulièrement jusqu'à leur floraison.

> Un fort effet curatif des traitements qui repose sur l'emploi de fongicides systémiques en mélange avec de l'huile minérale.

> La gestion intégrée de la maladie, notamment au travers de pratiques prophylactiques (effeuillages des stades nécrotiques) et des pratiques agronomiques.

LES ASPECTS ORGANISATIONNELS

> La centralisation des processus de décision (déclenchement et réalisation des traitements) par une seule cellule technique permet de rationaliser la lutte sur l'ensemble de la sole bananière.

> Le découpage de la sole bananière en zones de traitements homogènes regroupant plusieurs producteurs.

> Un système de coopération entre les producteurs pour le financement global de la lutte. ■



Dégâts foliaires
de la cercosporiose.



> Cercosporiose noire

Un observatoire régional pour surveiller les résistances aux fongicides et mieux contrôler la maladie

Le Cirad a mis en place un réseau régional de surveillance des résistances aux fongicides, utilisés dans la lutte contre la cercosporiose noire, de manière à adapter les stratégies de lutte.

La lutte raisonnée par avertissement contre les cercosporioses des bananiers a permis de réduire significativement le nombre de traitements nécessaires pour le contrôle de ces maladies aux Antilles. Cette méthode de lutte repose sur l'emploi de fongicides systémiques à fort effet curatif qui pénètrent dans la plante et sont utilisés à faible dose (contrairement aux fongicides de contact qui sont employés en Amérique latine et en Afrique, de manière systématique et hebdomadaire, et à fortes doses). Cependant, le risque d'apparition de souches résistantes à ces fongicides est élevé, ce qui peut menacer à terme la durabilité de cette lutte par avertissement. Il est donc indispensable de surveiller en continu l'évolution de la sensibilité aux fongicides due aux champignons responsables de ces maladies pour adapter les stratégies de lutte.

Pour lutter efficacement contre la cercosporiose noire, le Cirad a mis en place un réseau régional de surveillance qui repose à la fois sur l'amélioration technique des méthodes d'évaluation de la résistance, mais également sur la mise en œuvre d'actions concertées à l'échelle de la Caraïbe.

L'AMÉLIORATION DE LA MÉTHODE D'ÉVALUATION DE LA RÉSISTANCE

L'évaluation de la résistance consiste à faire germer des spores du champignon et à mesurer la croissance en présence et en absence des différents fongicides. La réponse d'une population de spores venant d'une plantation traitée est comparée avec celle d'une population prélevée sur un champ non traité.

La méthode de référence généralement employée utilise les ascospores (spores

> STADE DE TRANSFERT ET NIVEAU DE DIFFUSION

- La technique d'évaluation de la résistance est actuellement utilisée en routine au bénéfice des différentes îles de la Caraïbe dans un laboratoire de référence situé hors zone de production au Cirad à Montpellier (UMR BGPI). Elle est également en cours de transfert dans un laboratoire de la République dominicaine (JAD).
- Les premières mesures d'évaluation de la résistance ont déjà permis d'adapter les stratégies de lutte mises en œuvre dans les différentes îles et concernent donc tous les producteurs de banane export dans la Caraïbe.

> BAILLEURS ET PROJETS CONTRIBUTEURS

- Projet Interreg Banane durable Caraïbe, 2007-2015
- Plan Banane Durable, FEADER, 2007-2015
- Projet MAB en République dominicaine

> CONTACTS

luc.de_lapeyre@cirad.fr

claire.guillermet@cirad.fr

> EN SAVOIR PLUS

de Lapeyre de Bellaire L. 2014. Protocols for fungicide resistance monitoring in *Mycosphaerella fijiensis*. Training document. Montpellier, CIRAD, 23p.

Ngando J., Rieux A., Nguidjo O., Pignolet L., Dubois C., Mehl A., Zapater M.F., Carlier J., de Lapeyre de Bellaire L. 2015. A novel bioassay to monitor fungicide sensitivity in *Mycosphaerella fijiensis*. *Pest Management Science*, 71, 441-451.



Collecte de conidies sur des cultures pures du champignon pour le test de germination.



Atelier de formation régionale.



> **Cercosporiose noire**
Un observatoire régional pour surveiller les résistances aux fongicides et mieux contrôler la maladie

de reproduction sexuée se trouvant dans les stades nécrotiques] du champignon. Toutefois, plusieurs inconvénients majeurs rendent ce test avec les ascospores impossible ou peu fiable.

La méthode développée et optimisée par le Cirad est basée sur la constitution de populations monospores, à partir des conidies (spores de reproduction asexuée) produites sur de jeunes lésions foliaires dues à la maladie qui sont facilement prélevées au champ. Le champignon est ensuite cultivé artificiellement afin de produire des conidies qui seront ensuite utilisées pour les tests de germination.

LA CONSTRUCTION D'UN OBSERVATOIRE RÉGIONAL CARIBÉEN

La forte capacité de dispersion du champignon facilite la propagation des souches résistantes d'une île à l'autre de la Caraïbe. L'arrivée de la cercosporiose noire étant plus ancienne dans le nord de la Caraïbe (1996 pour la République dominicaine) que dans le sud (2009 à St Vincent et 2012 pour la Guadeloupe), et les historiques de traitement étant variables entre les îles, il existe une réelle disparité du risque d'apparition de résistances selon les zones

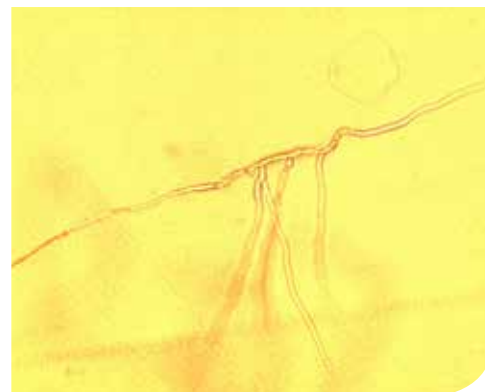
géographiques considérées. Or ce risque est à apprécier pour anticiper l'apparition de pertes d'efficacité des fongicides au champ. A l'arrivée de la cercosporiose noire dans le bassin caribéen, aucune structure locale n'était capable de réaliser ces suivis de résistance pour les îles concernées. Aussi, pour bâtir une stratégie de lutte adaptée et définir les risques d'influences inter-îles, une concertation régionale impulsée par le Cirad a été mise en œuvre. Elle est basée sur trois types d'actions :

- > Collectes annuelles d'échantillons dans différentes îles de la Caraïbe (Martinique, Guadeloupe, République dominicaine, Sainte Lucie, la Dominique, Saint Vincent) et réalisation d'analyses dans un laboratoire de référence basé à Montpellier.
- > Formation de techniciens des différentes îles aux différentes méthodes d'évaluation de la résistance en laboratoire.
- > Appui aux initiatives locales pour la mesure de la résistance aux fongicides et pour définir des stratégies raisonnées d'utilisation des fongicides, permettant de mieux gérer les risques d'apparition et de développement de souches résistantes. ■

Souche sensible



Souche résistante





> Cercosporiose noire

Une stratégie de lutte dite « intégrée » comme alternative à la lutte chimique

Le Cirad a développé une protection intégrée du bananier contre la cercosporiose noire. Il s'agit de combiner plusieurs pratiques culturales, comme autant de leviers pour limiter le développement de la maladie et aider la plante à mieux tolérer ses dégâts. Cette approche innovante constitue une première mondiale.

La cercosporiose noire est l'une des plus grandes contraintes parasitaires de la culture de la banane pour l'exportation. Cette maladie causée par le champignon *Mycosphaerella fijiensis*, entraîne une réduction considérable de la surface foliaire des bananiers et génère d'importantes pertes de rendement. Elle provoque une maturation précoce des fruits qui sont alors non exportables.

UN OBJECTIF : RÉDUIRE LA LUTTE CHIMIQUE

La filière banane utilise actuellement la Cavendish comme variété pour l'export. Productive, cette variété est également très sensible à la cercosporiose noire et sa culture pour l'export, surtout en zone tropicale humide, n'est réalisable actuellement qu'au moyen d'un contrôle chimique continu. Dans la plupart des pays produc-

Jeune parcelle de bananiers conduite en lutte intégrée sans contrôle chimique de la cercosporiose noire. © C. Guillermet



> STADE DE TRANSFERT ET NIVEAU DE DIFFUSION

- Cette lutte intégrée a été expérimentée chez deux producteurs volontaires en République dominicaine et en Martinique.
- En Guadeloupe, cette méthode commence à être évaluée en situation réelle chez un producteur pionnier. Des travaux sont en cours pour optimiser les pratiques d'effeuillage et pour identifier de nouveaux leviers qui pourront être intégrés dans cette lutte.
- Ces travaux ont permis une sensibilisation des producteurs sur l'importance d'un effeuillage sanitaire régulier.

> BAILLEURS ET PROJETS CONTRIBUTEURS

- Plan Banane Durable, FEADER, 2007-2015
- Projet Interreg Banane Durable Caraïbe, FEDER, 2009-2015

> CONTACTS

claire.guillermet@cirad.fr
luc.de_lapeyre@cirad.fr
d.dural@it2.fr



> **Cercosporiose noire**
Une stratégie de lutte dite « intégrée » comme alternative à la lutte chimique

> **EN SAVOIR PLUS**

Conception et évaluation de systèmes de culture pour cultiver des variétés sensibles de Cavendish sans lutte chimique contre la MRN. De Lapeyre de Bellaire L., Guillermet C., Le Guen R., Fouré E., Dorel M., Lescot T., Abadie C., Chillet M.. 2013. In : Séminaire International sur les Cercosporioses et la production de banane durable = International Workshop on Black Sigatoka Control and Sustainable Production of Banana in the Caribbean, Gosier, Guadeloupe, 25-27 juin 2013. Cirad, UGPBAN, IT².

Growing Cavendish bananas without chemical control of black leaf streak disease. Guillermet C., Fouré E., Dorel M., Lescot T., De Lapeyre de Bellaire L.. 2013. In : Proceedings of the 20th international meeting ACORBAT: 40 years sharing science and technology, Fortaleza, Brazil, 9-13 September 2013. eds. Borges A.L., Lichtemberg L. s.l. : s.n., 159.

Lettre du Plan Banane Durable Caraïbe n°8 : <http://asp.zone-secure.net/v2/index.jsp?id=2825/3662/32352&lng=fr>

teurs de bananes, les fongicides sont les pesticides les plus utilisés pour cette protection phytosanitaire. Ce contrôle chimique est régulé en France par une réglementation de plus en plus restrictive. Aujourd'hui, lutter contre cette maladie en excluant tout traitement chimique représente un défi majeur pour la transition agro-écologique des cultures de bananiers destinées à l'export.

Pour explorer des alternatives à cette lutte chimique, le Cirad a développé une protection intégrée faisant appel à la combinaison de plusieurs pratiques culturales, comme autant de leviers pour limiter le développement de la maladie et aider la plante à mieux tolérer ses dégâts. Cette approche innovante constitue une première mondiale.

RALENTIR LE DÉVELOPPEMENT DU CHAMPIGNON, EN LIMITANT SA CAPACITÉ À SE MULTIPLIER ET À SE DISPERSER

En éliminant les lésions les plus avancées de la maladie (stades nécrotiques), on peut diminuer la quantité d'inoculum dans la parcelle. En effet, les feuilles nécrosées du bananier produisent des spores qui peuvent être disséminées par le vent sur de grandes distances (jusqu'à plus d'un kilomètre).

FAVORISER UNE CROISSANCE OPTIMALE DE LA PLANTE ET LIMITER LES DÉGÂTS SUR LA QUALITÉ DU FRUIT

Grâce à une conduite agronomique précise en matière de fertilisation, d'irrigation et de maîtrise des autres ravageurs, on peut maintenir un rythme d'émission foliaire élevé, et compenser la diminution de la surface foliaire provoquée par la maladie. On peut ainsi limiter les pertes de rendement. Par ailleurs, les travaux du Cirad ont démontré que les nécroses foliaires induisent directement la matura-

tion précoce des fruits. La pratique de l'effeuillage mécanique des nécroses durant la phase de remplissage des fruits, associée à une prévision optimale du jour de la récolte des fruits, permet de limiter les effets de la maladie sur le mûrissement.

Dans ces conditions, les fruits récoltés gardent une durée de conservation compatible avec l'exportation, même lorsque les bananiers ont un nombre infime de feuilles à la récolte (moins d'une feuille !). Ce résultat remet en cause les standards habituels exigés à l'export : un minimum de 4 à 5 feuilles à la récolte étant requis pour qu'un régime soit considéré comme exportable. Par ailleurs, dans les contextes étudiés, les pertes de rendement ont été variables et limitées. Cet aspect mérite d'être approfondi dans d'autres situations et sur une période plus longue. ■



Bananiers prêts à être récoltés après un effeuillage très important (République dominicaine). © C. Guillermet



> Plan Banane Durable

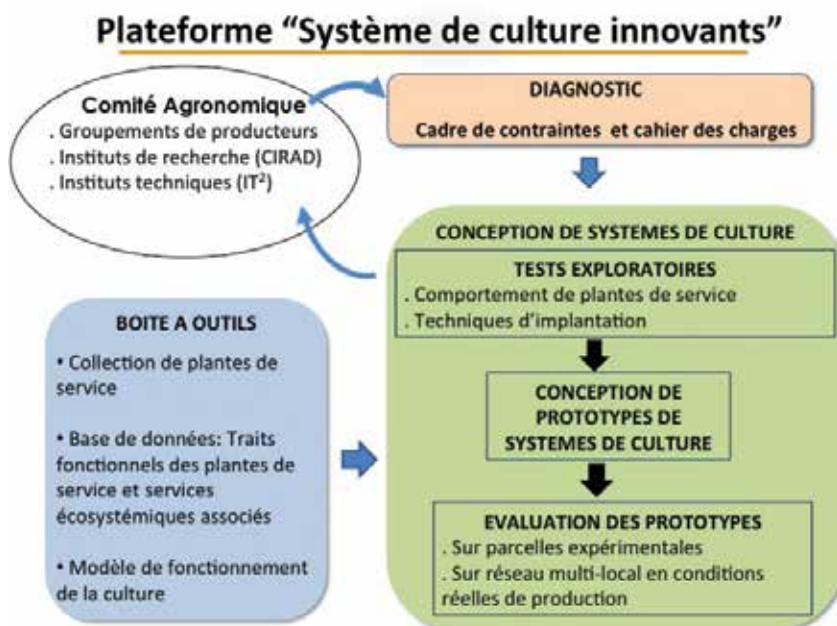
Une plateforme d'échanges au service des producteurs pour concevoir des systèmes de culture innovants, respectueux de l'environnement

Un des enjeux majeurs pour une production bananière durable aux Antilles est de réduire les impacts de cette culture sur l'environnement. Le Cirad et l'IT² ont créé une plateforme « Systèmes de culture innovants » dans le cadre du Plan Banane Durable. Objectif : renforcer les capacités d'innovation de la filière de production de bananes de Guadeloupe et de Martinique.

Cette plateforme d'innovation vise à mettre au point des systèmes de cultures durables, de manière concertée avec les différents acteurs de la production bananière (chercheurs, ingénieurs, techniciens, producteurs, groupements, ...). Ces systèmes reposent principalement sur l'utilisation de plantes de services comme alternative aux intrants chimiques, et intègrent les principes de l'agro-écologie.

La plateforme (dont le schéma organisationnel est présenté ci-dessous) a permis

de générer puis de transférer aux producteurs de bananes de Guadeloupe et de Martinique des systèmes de culture leur permettant de s'affranchir des traitements nématicides ou insecticides, du travail mécanique du sol, et de réduire le recours aux herbicides et aux fongicides. Ces nouveaux types de systèmes de culture restaurent la biodiversité au sein de l'agrosystème bananier et fournissent des services éco-systémiques tels que la régulation biologique des bio-agresseurs ou le recyclage des éléments nutritifs du sol. ■



<http://antilles-guyane.cirad.fr>
dir-reg.antilles-guyane@cirad.fr

> STADE DE TRANSFERT ET NIVEAU DE DIFFUSION

- La réussite de la plateforme « Système de Culture Innovants » a pu être évaluée à travers la baisse significative des intrants chimiques utilisés en production bananière (> 50 % depuis 2008) et la proportion croissante de producteurs recourant aux techniques innovantes proposées.

> BAILLEURS ET PROJETS CONTRIBUTEURS

- Plan Banane Durable, FEADER, 2007-2015

> CONTACTS

jean-michel.risede@cirad.fr
marc.dorel@cirad.fr

> EN SAVOIR PLUS

<http://www.bananeguadeloupemartinique.com/le-plan-banane-durable-moteur-du-progres>



> **Plantation sur mulch**

Un labour biologique pour remplacer le travail mécanique du sol

Le Cirad propose de remplacer le travail mécanique du sol avant plantation par un labour biologique réalisé grâce à une plante de service. La plantation se fait ensuite directement sur une litière végétale recouvrant le sol. Cette pratique innovante réduit l'impact de la culture sur le changement climatique.

Le Cirad a développé une technique innovante de replantation des bananeraies qui combine la culture d'une plante, restaurant naturellement la porosité du sol par son système racinaire (« labour biologique »), et sa couverture par une litière de résidus végétaux.

Cette technique constitue une alternative agro-écologique au travail mécanique du sol. Habituellement effectué à la replantation des bananeraies, ce travail mécanique a des effets négatifs sur la qualité des sols mais aussi sur l'environnement.

En effet, cette pratique accélère l'érosion, dégrade leur fertilité (physique, biologique et chimique) et provoque un déstockage du carbone contenu dans les couches de surface du sol. Elle fait d'autre part appel à des engins lourds fortement consommateurs d'énergie fossile, et contribue donc à augmenter l'émission de gaz à effet de serre.

La technique de « labour biologique » du Cirad améliore non seulement la qualité du sol mais contribue aussi à réduire l'impact de la culture sur le changement climatique. ■



Plantation de bananiers sans travail du sol sur litière d'une plante de services (*Brachiaria decumbens*).

> **STADE DE TRANSFERT ET NIVEAU DE DIFFUSION**

- Cette technique est diffusée dans le Manuel du planteur des groupements de producteurs.
- Elle est pratiquée sur près de 30 % des plantations de bananes de Guadeloupe et Martinique.

> **BAILLEURS ET PROJETS CONTRIBUTEURS**

- Projet Docup « Appui à la filière Banane », 2000-2007 (UE-Etat-Région)

> **CONTACTS**

marc.dorel@cirad.fr

d.dural@it2.fr

> **EN SAVOIR PLUS**

- Dorel M., Lakhia S., Pététin C., Bouamer S., Risède J.M. 2010. No-till banana planting on crop residue mulch: effect on soil quality and crop functioning. *Fruits* vol. 65, p. 55-68
<http://www.it2.fr/documentation/manuel-du-planteur-fr>
- <https://drive.google.com/file/d/0BxIDA5mXa72aN1VTOWRSa3p6Slk/view>



> Plan Banane Durable

Des systèmes de culture valorisant la biodiversité à l'aide de plantes de services

Au sein de la plateforme « Systèmes de culture innovants », le Cirad met au point des systèmes de culture bananiers qui reposent sur la mise en œuvre d'alternatives agro-écologiques aux intrants chimiques. Ces systèmes valorisent la biodiversité à l'aide de plantes de services.

Une dizaine de types de systèmes de culture innovants ont été mis au point par le Cirad avec la participation des producteurs et de différents acteurs de la production bananière. Parmi ceux-ci, on peut citer comme exemple :

Le système de culture jachère assainissante de soja pérenne avec replantation des bananiers sur la couverture vivante



Jachère assainissante
(soja pérenne)

- > Contrôle des nématodes
- > Amélioration de la fertilité du sol



Plantation sur couverture vivante

- > Protection contre l'érosion



Maintien de la couverture végétale sous bananeraie

- > Contrôle des mauvaises herbes

> STADE DE TRANSFERT ET NIVEAU DE DIFFUSION

- Ces systèmes sont adoptés par 20 % des producteurs et font l'objet de constantes améliorations par un groupe de producteurs pionniers, en lien avec la plateforme de systèmes de culture innovants du Plan Banane Durable.

> BAILLEURS ET PROJETS CONTRIBUTEURS

- Plan Banane Durable, FEADER, 2007-2015

> CONTACTS

marc.dorel@cirad.fr

hoa.tran-quoc@cirad.fr

d.dural@it2.fr

> EN SAVOIR PLUS

<http://www.it2.fr/documentation/manuel-du-planteur.fr>



> **Plan**
Banane durable

Des systèmes
de culture
valorisant
la biodiversité
à l'aide de plantes
de services

**Le système jachère assainissante de Brachiaria et Crotalaires
avec replantation des bananiers sur la couverture morte**

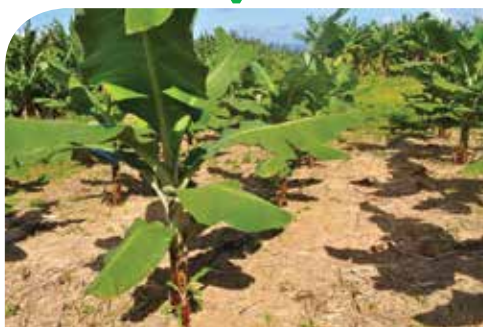


Jachère assainissante
(Brachiaria/Crotalaire)

- > Production de biomasse diversifiée
- > Restauration de la fertilité des sols
- > Régulation des bioagresseurs
- > Stockage de carbone



Destruction
de la couverture végétale



Plantation des bananiers
sous couverture morte

- > Restitution d'éléments nutritifs
- > Protection des sols contre l'érosion

Ces bases techniques ont été élaborées puis diffusées auprès des producteurs en s'appuyant sur des parcelles de référence utilisées pour évaluer des prototypes de systèmes de culture, puis les adapter en conditions réelles de production.



> **Plan Banane Durable** **Des alternatives à l'emploi d'herbicides en bananeraie**

Les herbicides restent actuellement le principal poste d'utilisation des pesticides en culture bananière. Ils sont appliqués pour détruire les bananeraies lors de la mise en jachère des parcelles, et pour contrôler les mauvaises herbes. Des alternatives à l'utilisation des herbicides ont été testées par le Cirad et sont proposées aux producteurs de bananes.

La mise en pâturage par des bovins

Celle-ci permet de détruire de manière efficace les bananiers lors de la mise en jachère des parcelles sans recourir aux herbicides, ni à la mécanisation lourde qui dégrade la structure du sol et altère sa fertilité.



Bananeraie détruite par le pâturage de bovins.

Le contrôle des mauvaises herbes par différentes techniques

> La mise en place, à la surface du sol, de paillis constitués soit de matériaux exo-



Paillis de bagasse.

gènes (bagasse, déchets verts), soit de matériaux endogènes (destruction en fin de jachère de la couverture végétale par broyage).

> Des plantes dites « de services » adaptées aux différentes zones climatiques.



Couverture d'Impatiens sous bananeraie d'altitude.

> Le contrôle mécanique de la couverture végétale spontanée avec tracteur léger muni de roues basse pression



Gyrobroyage du couvert spontané.

> **STADE DE TRANSFERT ET NIVEAU DE DIFFUSION**

- Ces modes de contrôle alternatifs des couverts végétaux sont adoptés par 20 % des producteurs.

> **BAILLEURS ET PROJETS CONTRIBUTEURS**

- Plan Banane Durable, FEADER, 2007-2015
- Projet Interreg Banane Durable Caraïbe, FEDER, 2009-2015

> **CONTACT**

marc.dorel@cirad.fr

> **EN SAVOIR PLUS**

Dorel M., Lakhia S., Pététin C., Bouamer S., Risède J.M. 2010. No-till banana planting on crop residue mulch: effect on soil quality and crop functioning. *Fruits* vol. 65, p. 55-68

<http://www.it2.fr/documentation/manuel-du-planteur-fr>

<https://drive.google.com/file/d/0BxIDA5mXa72aN1VTOWRSa3p6Slk/view>



> Plan Banane Durable

Une plateforme d'échanges au service des producteurs, pour créer et sélectionner de nouvelles variétés de banane

Une plateforme participative a été mise en place en 2009 dans le cadre du Plan Banane Durable pour créer et sélectionner des variétés de bananes répondant aux besoins des professionnels et des consommateurs.

Cette plateforme collaborative est constituée d'une quinzaine de chercheurs, ingénieurs et techniciens du Cirad et de l'IT². Elle contribue à renforcer les capacités d'innovation de la filière de production de bananes de Guadeloupe et de Martinique. Elle vise en particulier la création et la sélection de nouvelles variétés de bananiers :

- tolérantes aux bio-agresseurs, en particulier à la cercosporiose noire, une grave maladie fongique du bananier,
- à fort potentiel de production,
- adaptées aux contraintes de la filière export,
- de qualité gustative appréciée des consommateurs.

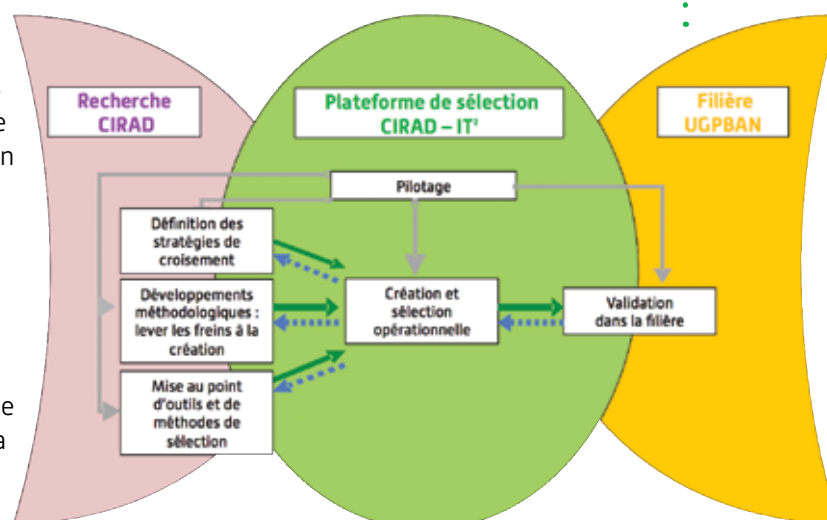
De 300 hybrides produits par an en 2007 à 1 200 en 2014 ! La structuration en plateforme couplée à une augmentation des moyens mis en jeu a permis une montée en puissance des capacités de création, passant de 300 hybrides produits par an en 2007 à 1200 en 2014.

LES DEUX PHASES DE SÉLECTION DES VARIÉTÉS EN STATION EXPÉRIMENTALE

Le Cirad réalise sur la station de Neufchâteau en Guadeloupe la phase initiale de création, par hybridation (croisement

naturel entre 2 parents), à partir des bananiers de la collection gérée par le Centre de Ressources Biologiques – Plantes Tropicales. Les méthodes de sélection variétale développées par les chercheurs s'appuient sur différents paramètres pré- et post-récolte et font appel à plusieurs disciplines : génétique, phytopathologie, agronomie, et physiologie. Après une première phase d'observation, les hybrides qui ne répondent pas aux caractéristiques recherchées sont éliminés. On parle de sélection « négative ». Moins de 10 hybrides par an passent cette première phase ! Les hybrides sélectionnés sont alors multipliés à 25 exemplaires pour intégrer la deuxième phase, dite phase de sélection « positive ».

Schéma de la plateforme



> STADE DE TRANSFERT ET NIVEAU DE DIFFUSION

- 5 608 hybrides produits de 2009 à 2014, 23 hybrides évalués en phase 2 de sélection, à savoir les hybrides CIRAD 930 à 952.
- 6 obtentions végétales déposées pour diffusion des variétés : CIRAD 916, CIRAD 918, CIRAD 920, CIRAD 921, CIRAD 924, CIRAD 925.
- 1 variété, la CIRAD 925, en phase de développement chez des producteurs pionniers en Martinique et en Guadeloupe, et dans l'aval de la filière.

> PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

- Propriétaire des variétés : Cirad

> BAILLEURS ET PROJETS CONTRIBUTEURS

- Projet Interreg Banane durable Caraïbe, 2009-2015
- Plan Banane Durable, FEADER, 2007-2015

> CONTACT

frederic.salmon@cirad.fr



> **Plan « Banane durable »**
Une plateforme
d'échanges au service
des producteurs,
pour créer et
sélectionner de
nouvelles variétés
de banane

**LA PROFESSION IMPLIQUÉE
DANS LE CHOIX DES VARIÉTÉS**

Un comité de sélection a été mis en place dès la création de la plateforme. Ce comité est composé de chercheurs du Cirad, d'ingénieurs de développement variétal de l'IT² et d'acteurs de l'ensemble de la filière [LPG, Banamart, UGPBAN]. Il permet d'orienter et de valider les choix de sélection à chaque changement de phase, et d'intégrer la filière suffisamment tôt dans le processus d'innovation.

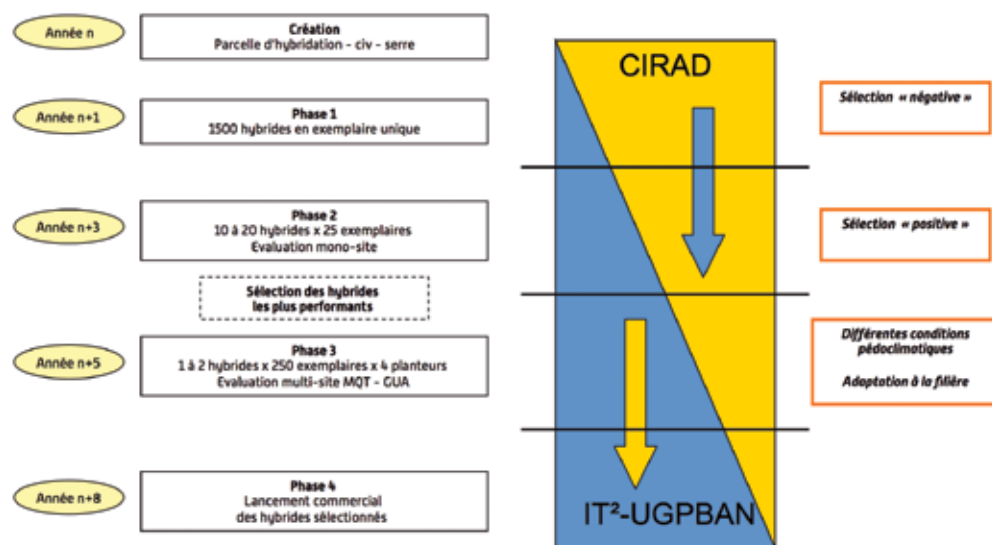
**L'EXPÉRIMENTATION DES VARIÉTÉS PAR
L'IT² CHEZ DES PRODUCTEURS PIONNIERS**

Lors de la 3ème phase encadrée par l'IT², les hybrides qui présentent le meilleur potentiel sont testés dans l'ensemble de la filière dans un dispositif multi-local chez des producteurs pionniers. On parle de phase de développement variétal. Cette étape doit permettre d'aboutir à une dernière étape de lancement commercial. ■

Comité de sélection. © S. Benoit, IT²



Schéma de sélection





> La CIRAD 925

Une nouvelle variété de bananier résistante aux maladies, qui permet de réduire fortement le recours aux pesticides

La CIRAD 925 est une nouvelle variété de banane dessert naturellement résistante à plusieurs maladies, en particulier aux cercosporioses. Issue du programme de création et de sélection variétale du Cirad, elle est en cours de développement et en phase de test sur les marchés, en partenariat avec l'IT² et l'UGPBAN. Fruit légèrement acidulé, sucré, assez ferme, son goût est autant apprécié que celui de la variété commerciale Cavendish.

UNE VARIÉTÉ RÉSISTANTE AUX PRINCIPALES MALADIES DU BANANIER

Issue d'un croisement (pollinisation contrôlée) de deux bananiers de l'espèce *Musa acuminata*, cette variété présente les atouts suivants :

- Une résistance partielle à la cercosporiose noire (causée par le champignon *Mycosphaerella fijiensis*) et à la cercosporiose jaune (*Mycosphaerella musicola*). Cette résistance bloque la croissance du champignon et limite fortement sa dissémination. L'élimination des feuilles basses, pouvant présenter d'éventuelles nécroses, suffit alors à contenir le développement de la maladie dans une parcelle de cette variété CIRAD 925.
- Une résistance à la Race 1 de la maladie de Panama (*Fusarium oxysporum f. sp. cubense*) présente aux Antilles françaises ; mais une sensibilité à la race TR4 (testée en conditions contrôlées).
- Une bonne tolérance vis-à-vis des nématodes *Pratylenchus coffeae* et *Radopholus similis*.

Ces niveaux de résistance permettent de limiter fortement le recours aux traite-

ments chimiques, et ainsi d'envisager la mise au point d'un système de culture sans utilisation de pesticides.

UN POTENTIEL DE RENDEMENT DE 50 TONNES PAR HECTARE PAR AN

Bananier de grande taille (3,9 m) à cycle court (2 récoltes/an) avec des régimes de 20 à 30 kg, la variété CIRAD 925 possède un rendement potentiel d'environ 50 tonnes/ha/an. En moyenne, chaque banane pèse 140 g, mesure 19 cm et le grade est de 32 mm.

Diverses pratiques culturales ont été testées pour diminuer la hauteur de la plante et augmenter le poids des régimes. L'œil-letonnage « à blanc » jusqu'à la floraison et la sélection tardive du rejet successeur sont maintenant préconisés. Même si cette pratique rallonge la durée entre deux floraisons, elle permet d'accroître le poids des fruits de 15 % et de réduire la taille du bananier du 2^{ème} cycle de 40 cm. Cette expérimentation montre qu'il est possible de corriger certains traits défavorables en adaptant l'itinéraire technique.

> STADE DE TRANSFERT ET NIVEAU DE DIFFUSION

- La variété CIRAD 925 est actuellement en phase de développement dans la filière. Après un changement d'échelle piloté par l'IT² en conduite conventionnelle chez six producteurs pionniers, le déploiement de cette variété s'oriente vers une stratégie de segmentation du marché.
- Ses performances en termes de résistance aux bioagresseurs lui permettent potentiellement d'être valorisée dans un cadre d'Agriculture Biologique. Cette conversion est actuellement en phase de test par le Cirad dans des parcelles expérimentales.

> PROPRIÉTÉ INTELLECTUELLE

- Propriétaire des variétés : Cirad
- Obtention végétale déposée pour la variété (COV N° 2011/1788)

> BAILLEURS ET PROJETS CONTRIBUTEURS

- Projet Interreg Banane durable Caraïbe », 2009-2015
- Plan Banane Durable, FEADER, 2007-2015

> CONTACT

frederic.salmon@cirad.fr





> **La CIRAD 925**

Une nouvelle variété de bananier résistante aux maladies, qui permet de réduire fortement le recours aux pesticides

UNE BONNE QUALITÉ COMMERCIALE

Même si elle est sensible aux pourritures de couronnes (moisissures sur les surfaces de coupe du pédoncule des fruits), la variété CIRAD 925 est plus tolérante à certaines maladies post-récolte comme l'antracnose de quiescence (taches brunes se développant à la maturation des fruits), que la variété commerciale Cavendish. Aussi le contrôle de ces maladies post-récolte par des pratiques adaptées permet-il de garantir un état sanitaire du fruit très satisfaisant.

La variété CIRAD 925 bénéficie de nombreuses qualités. Ses fruits restent bien attachés à leur pédoncule (pas de « dégrain »), ne se « tignent » pas (taches brunes) et sont peu sensibles aux meurtrissures. En collaboration avec l'IT², le Cirad a pu lever plusieurs verrous qui semblaient rédhibitoires à l'exportation des fruits :

- la frisure (sensibilité au froid entraînant un brunissement), résolue par une adap-

tation de la température de transport à 15 °C,

- l'éclatement de la peau résolu par l'adaptation de l'humidité relative post-gazage (perforations des polybags),
- la mise en œuvre du flow-pack (sachets plastiques à perméabilité spécifique) pour réduire les problèmes d'éclatement et améliorer la qualité visuelle des fruits,
- et enfin le décalage de maturation peau-pulpe a pu être solutionné en limitant au maximum l'intervalle de temps entre l'arrivée en entrepôt de stockage et le déclenchement du mûrissement.

Le seul désordre physiologique, qui reste encore un frein pour l'exportation, est le brunissement de la peau lorsque le fruit mûrit en conditions d'humidité relative faible lors du transport. Des travaux sont en cours pour réduire ce phénomène de brunissement et atteindre les standards de qualité de la banane à l'export. ■





> Récolte des bananes

Un système de prévision pour éviter les mûrs d'arrivage et optimiser le rendement

Le Cirad a mis en place un système de prévision de récolte qui permet aux producteurs de déterminer les régimes de bananes qui doivent être coupés chaque semaine. Le stade de récolte est optimisé pour éviter une maturation précoce des bananes durant leur transport en bateau vers l'Europe.

Les bananes des Antilles destinées au marché européen sont transportées par voie maritime sur une longue distance, puis sont acheminées par camions vers des mûrisseries industrielles. Pour leur commercialisation, les fruits doivent respecter des normes sanitaires et des caractéristiques de qualité, de calibrage et de maturation définies par la législation et les distributeurs.

S'ils mûrissent au cours de cette période de conservation, dont la durée varie de 10 à 20 jours, les fruits seront déclassés en « mûrs d'arrivage », considérés comme des marchandises avariées, et par conséquent dans la plupart des cas détruits. Pour déterminer le stade optimal de récolte des bananes, les producteurs doivent trouver le meilleur compromis entre la croissance (pour obtenir le meilleur rendement possible) et le mûrissage des fruits (pour éviter le mûrissement pendant le transport).

Auparavant, les bananes étaient récoltées principalement en fonction de leur diamètre. Or, en situation de stress, les bananiers ne grossissaient pas vite et les fruits

récoltés avec un calibre élevé étaient trop âgés et se conservaient mal. Les travaux du Cirad ont montré que la durée de conservation des bananes (durée de vie verte) dépend de la température relevée entre le jour de la floraison et le jour de la récolte. Afin de répondre aux conditions d'exportation, le Cirad a alors développé un système de prévision de récolte qui permet d'optimiser la date de récolte des régimes de bananes, à partir de la date de floraison (identifiée sur le régime par un lien de couleur) et des enregistrements de températures. ■

Capteur de températures pour déterminer la date de récolte. © Luc de Lapeyre, Cirad



> STADE DE TRANSFERT ET NIVEAU DE DIFFUSION

- La mise en œuvre de ce système de prévision de récolte en Guadeloupe et en Martinique a permis de diminuer très fortement les avaries liées aux accidents de maturation au cours du transport. Le système a été informatisé et transféré aux groupements de producteurs qui établissent maintenant des bulletins hebdomadaires de prévision à partir de relevés de températures dans les différentes zones de production de bananes. Ces bulletins sont communiqués à tous les producteurs de bananes qui les utilisent donc pour déterminer chaque semaine quelles couleurs de marquage des régimes au champ doivent être récoltées.

> BAILLEURS ET PROJETS CONTRIBUTEURS

- Contrat de plan Etat-Région (1994-1999)
- DOCUP-FEOGA (2000-2003)
- FEDER (2008-2013)

> CONTACTS

marc.dorel@cirad.fr

marc.chillet@cirad.fr

luc.de_lapeyre@cirad.fr

> EN SAVOIR PLUS

- Jullien A, Chillet M, Malezieux E. 2008. Pre-harvest growth and development, measured as accumulated degree days, determine the post-harvest green life of banana fruit. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 83, 506-12.
- Ganry J, Chillet M. 2008. Methodology to forecast the harvest date of banana bunches, *Fruits*, 63, 371-373



> Maladies post-récolte

Des alternatives aux fongicides pour traiter les bananes avant exportation

Le Cirad a développé une méthode alternative à l'utilisation des fongicides pour traiter les bananes avant leur exportation. Cette méthode repose sur la mise en œuvre d'un ensemble de pratiques au champ et en station de conditionnement.

La commercialisation de la banane d'export nécessite une organisation soignée des étapes de transport et de mûrissement artificiel des fruits, afin de préserver leur qualité commerciale. Pendant ces étapes, des maladies post-récolte, telles que les pourritures de couronnes (moisissures sur les pédoncules) et l'antracnose (taches brunes sur les fruits), peuvent se développer et altérer la qualité des fruits. Afin de se prémunir contre ces risques, les producteurs réalisent des traitements fongicides avant d'exporter les fruits. Toutefois, ces traitements ne sont pas toujours efficaces, et génèrent d'importants effluents de bouillies (eaux contaminées par les fongicides) qu'il faut retraiter, ainsi que des résidus de produits de traitement dans les fruits.

Le Cirad a donc développé une méthode alternative qui repose sur la mise en œuvre

d'un ensemble de pratiques au champ et en station de conditionnement :

1 > Au champ, où s'élabore la qualité des fruits, les différents processus vont déterminer le niveau de contamination des fruits par les champignons et le niveau de sensibilité des fruits à ces maladies. Il s'agit d'éliminer les sources d'inoculum au champ, de protéger rapidement les fruits avec des gaines plastiques, et de maîtriser le stade de récolte des fruits.

2 > En post-récolte, le contrôle des pourritures de couronnes nécessite une maîtrise de la qualité des eaux de lavage et l'emploi de sacs plastiques non perforés dans les cartons d'emballage. L'application post-récolte d'une souche de levure limite aussi l'apparition de la maladie.

Enfin, le Cirad a également développé des méthodes de diagnostic et de prévision des risques qui permettent de caractériser les risques d'apparition de ces maladies peu avant la récolte des fruits : la mesure du niveau d'infestation des bananes par le champignon responsable de l'antracnose (*Colletotrichum musae*) et la mesure de la sensibilité des fruits aux pourritures de couronnes et à l'antracnose. ■



L'effleurage des pièces florales permet d'éliminer les principales sources d'inoculum de spores de champignons. <

Pourritures de couronnes en mûrisserie. ▽



> STADE DE TRANSFERT ET NIVEAU DE DIFFUSION

- Evaluation de la stratégie de lutte intégrée contre les maladies post-récolte chez 3 producteurs pionniers en Guadeloupe.
- Homologation de la levure pour les applications post-récolte sur les bananes : en cours en lien avec l'IT².

> BAILLEURS ET PROJETS CONTRIBUTEURS

- Contrat de plan Etat-Région (1994-1999)
- DOCUP-FEOGA (2000-2003)
- Ministères de l'Agriculture et de la Recherche (projet Aliment, Qualité, Sécurité)

> CONTACTS

marc.dorel@cirad.fr

marc.chillet@cirad.fr

luc.de_lapeyre@cirad.fr

> EN SAVOIR PLUS

- Bastiaanse H., de Lapeyre de Bellaire L., Lassois L., Misson C., Jijakli M.H. 2010. Integrated control of crown rot of banana with *Candida oleophila* strain O, calcium chloride and modified atmosphere packaging. *Biological Control*, 53 (1), 100-107
- Lassois L., Jijakli M.H., Chillet M., de Lapeyre de Bellaire L. 2010. Crown rot of bananas: preharvest factors involved in postharvest disease development and integrated control methods. *Plant Disease*, 94 (6), 648-658
- de Lapeyre de Bellaire L., Chillet M., Chilin Y., Dalle F., Amiot E., Henry S. 2005. Gestion des risques phytosanitaires pour la création d'un nouveau segment commercial, « banane sans traitement chimique après récolte », aux Antilles françaises. Rapport d'exécution du projet Aliment Qualité Sécurité. Projet 2001/F1. Décisions N° 01 P 0638, 01 P 0639, 01 P 0640, 47p

Antracnose des bananes en mûrisserie. ▽





> Banane de montagne

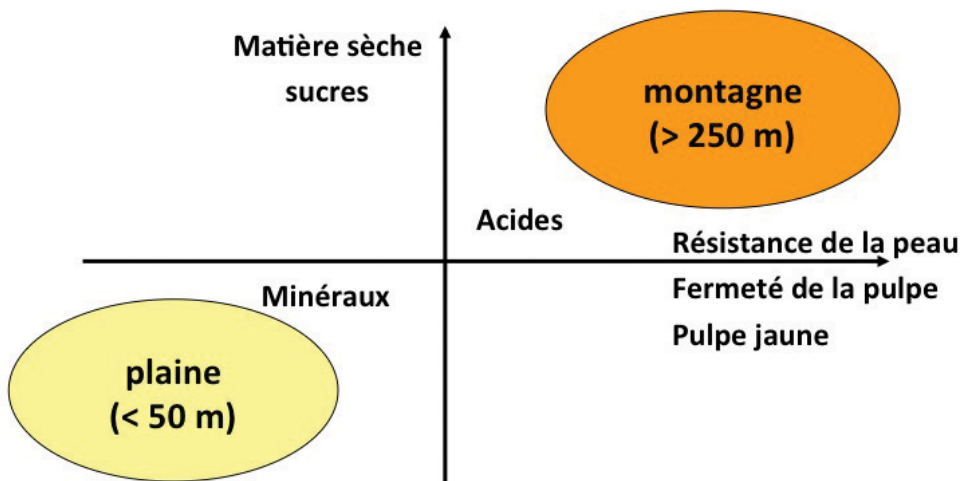
Une nouvelle appellation qui relie scientifiquement qualité et zone de production

Forts de la renommée et de l'image que les signes de qualité représentent pour les consommateurs, les producteurs de banane des Antilles françaises ont choisi d'identifier une partie de leur production sous l'appellation « Banane de montagne ». En collaboration avec la filière, le Cirad a vérifié les liens entre la qualité du produit et la zone de production.



Une banane plus ferme, avec une pulpe plus jaune et plus de matière sèche, plus résistante aux chocs et aux manipulations post-récolte (transport, mûrissage, mise à l'éta-lage) : voilà les principales caractéristiques de la banane de montagne ! Ces différences avec la banane de plaine sont dues aux conditions climatiques spécifiques en altitude (il y fait plus humide et plus frais) et à un temps de croissance des fruits au champ plus long.

La mise en évidence scientifique des liens entre la banane et sa zone de production a permis de consolider la légitimité de l'appellation « Banane de montagne » (obtenue en 2006) et de renforcer l'image que cette banane véhicule auprès des consommateurs. La banane de montagne est produite au-dessus de 250 mètres d'altitude et respecte un cahier des charges relatif à l'agriculture raisonnée. ■



> STADE DE TRANSFERT ET NIVEAU DE DIFFUSION

- Une trentaine de producteurs aux Antilles françaises
- 40 000 tonnes déjà produites en Guadeloupe et Martinique (2005 - 2015)
- Une banane reconnue « Saveur de l'année » en 2006 et 2007

> BAILLEURS ET PROJETS CONTRIBUTEURS

- PO Martinique « Culture raisonnée » 2000-2006

> CONTACTS

christophe.bugaud@cirad.fr
marc.dorel@cirad.fr
d.dural@it2.fr

> EN SAVOIR PLUS

- Bugaud C., Daribo M.O., Beaute M.P., Telle N., Dubois C., 2009. Relative importance of location and period of banana bunch growth in carbohydrate content and mineral composition of fruit. *Fruits* 64 : 63-74.
- Bugaud C., Daribo M.O., Dubois C., 2007. Climatic conditions affect the texture and colour of Cavendish bananas [Grande Naine cultivar]. *Scientia Horticulturae* 113: 238-243.
- Bugaud C., Chillet M., Beaute M.P., Dubois C., 2006. Physicochemical analysis of mountain bananas from the French West Indies. *Scientia Horticulturae* 108: 167-172.
- Brat P., Yahia A., Chillet M., Bugaud C., Bakry F., Reynes M., Brillouet J.M., 2004. Influence of cultivar and growth altitude on banana volatile compounds distribution. *Fruits* 59: 75-82.
- Bugaud C., Brat P., Chillet M., 2007. Mountain bananas from the french west indies. *Proceedings of the 43rd annual meeting Caribbean Food Crops Society, San Juan, Costa Rica, 16-22 September*, pp 105-111.

